



11002 U.S. PRO  
09/923011



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 100 38 978.3

**Anmeldetag:** 10. August 2000

**Anmelder/Inhaber:** Wolff Walsrode AG,  
Walsrode/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zur Herstellung von Alkylhydroxyalkyl-  
cellulose

**IPC:** C 08 B 11/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 15. Juni 2001  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

Weihmayr

### Verfahren zur Herstellung von Alkylhydroxyalkylcellulose

Die hier beschriebene Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Alkylhydroxyalkylcellulosen, bevorzugt Methylhydroxyethylcellulose (MHEC) und  
5 Methylhydroxypropylcellulose (MHPC), besonders bevorzugt Methylhydroxypropylcellulose mit definiertem DS (degree of substitution) Methylgruppen und definiertem MS (molar substitution) Hydroxyalkylgruppen, bevorzugt Hydroxyethylgruppen und Hydroxypropylgruppen, besonders bevorzugt Hydroxypropylgruppen. Das erfindungsgemäße Verfahren gestattet bei hoher Chemikalienausbeute und guter  
10 Reproduzierbarkeit eine breite Variation der strukturellen Produktmerkmale anteilige und gesamte Substitutionshöhe sowie der Molekularität (Viskositätsergiebigkeit). Die resultierenden Produkte sind in Abhängigkeit vom Substitutionsgrad wasserlöslich bis löslich in organischen Solvenzien und können in unterschiedlichen Anwendungsbereichen, beispielsweise als Konsistenzregler und Verarbeitungshilfsmittel in mineralischen und dispersionsbasierenden Baustoffsystemen oder bei  
15 der Herstellung von kosmetischen und pharmazeutischen Präparaten, eingesetzt werden.

Die artenreiche Stoffklasse der Celluloseether, darunter die Gruppe der binären Alkylhydroxyalkylcellulosen mit dem kommerziell verwerteten Vertreter Methylhydroxypropylcellulose (MHPC), ist seit mehreren Jahrzehnten universitäres und  
20 industrielles Betätigungsfeld und vielfach beschrieben. Eine übersichtliche Darstellung der chemischen Grundlagen und Prinzipien der Herstellung (Herstellverfahren und Verfahrensschritte) sowie eine stoffliche Zusammenstellung und Beschreibung der Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten der verschiedenen  
25 Derivate gibt beispielsweise Houben-Weyl, Methoden der Organischen Chemie, Makromolekulare Stoffe, 4. Auflage, Band E 20, S. 2042 (1987).

Die beschriebenen und angewandten Verfahren zur Herstellung von Alkylhydroxyalkylcellulosen, wie z.B. Methylhydroxypropylcellulose, beruhen entweder  
30 auf einer heterogenen (mehrphasiges Stoffgemisch) oder homogenen (z.B. einphasige

Lösung) Reaktionsführung. Der Prozeßablauf selbst kann entweder diskontinuierlich (batch-Fahrweise) oder kontinuierlich gestaltet sein. Die heterogene Reaktionsführung wird weiterhin in das sog. Gasphasenverfahren (ohne fluides Reaktionsmedium) und das sog. Slurry-Verfahren (in Gegenwart eines fluiden Reaktionsmediums) unterschieden.

Sämtlichen beschriebenen und technisch umgesetzten Verfahrensvarianten zur Herstellung von Alkylhydroxyalkylcellulosen, z.B. Methylhydroxyalkylcellulose, liegt das folgende chemische Reaktionsprinzip zu Grunde:

10

In einem vorgelagerten Teilschritt erfolgt die Aktivierung des cellulosischen Ausgangsmaterials, vorzugsweise mit Alkalilauge. Nachfolgend wird die gebildete Alkalicellulose mit dem entsprechenden Alkylenoxid und Methylchlorid forciert umgesetzt, wobei zweckmäßig ggf. überschüssig eingesetztes Alkali mit überstöchiometrischen Mengen Methylchlorid weitgehend neutralisiert wird. Im anschließenden Reinigungsschritt werden gebildetes Salz und sonstige Nebenprodukte abgetrennt, vorzugsweise durch Heißwasserwäsche.

15

20

25

30

In der DE-A 2402740, der US-A 2949452 und der EP-B 134465 werden sogenannte Gasphasenverfahren zur Herstellung von MHPC beschrieben, bei denen keine fluiden bzw. kondensierten Medien während der Veretherungsreaktion zugegen sind. Vorteilhaft kann bei diesen Verfahren die Substitution (DS-Wert und MS-Wert) über einen breiten Bereich variiert werden. Wegen Fehlen eines fluiden Wärmeträgers kann jedoch die Exothermie der chemischen Reaktionen nur unzureichend kontrolliert werden, zudem tritt ein Verteilungsproblem für eingesetztes Alkali und die Reaktanden auf. In Summe äußert sich dies in einer nur mäßigen Reproduzierbarkeit der Substitution sowie einem unkontrollierten und relativ starken Molekulargewichtsabbau und damit in einem schwankenden Eigenschaftsprofil der Produkte; überdies sind hochviskose Produkte über das Gasphasenverfahren wegen des starken Molekulargewichtsabbaus nicht zugänglich.

Die beim Gasphasenverfahren genannten Probleme treten bei Anwesenheit eines fluiden Reaktionsmediums, wenn überhaupt, in viel geringerem Maße auf. Üblicherweise fungieren daher beim sog. Slurry-Verfahren inerte organische Solvenzien, der Reaktand Methylchlorid im Überschuß oder entsprechende Gemische hieraus als Verteilungsmedium und Wärmeträger. Das während der Aktivierungs- und Umsetzungsphase anwesende Reaktionsmedium bewirkt zum einen, über eine gleichmäßigere Alkalisierung der Cellulose und einen besseren Transport der Reaktanden in die Alkalicellulose, eine gleichmäßigere Substitution mit hoher Reproduzierbarkeit und Chemiekalienaussbeute. Zum anderen wird über eine effektive Wärmeabfuhr der Prozeß insgesamt besser kontrollierbar und der Molekulargewichtsabbau infolge Vermeidung lokaler Überhitzung deutlich zurückgedrängt, sodass auch sehr hochviskose Produkte zugänglich sind. Wegen dieser prozeßtechnischen und produktseitigen Vorteile sind die großtechnischen Herstellverfahren weit überwiegend als Slurry-Verfahren realisiert.

15

Nachteilig bei dem Standard-Slurry-Verfahren, bei welchem während der Veretherungsphase die gesamten Reaktandenmengen Alkylenoxid und Methylchlorid nebeneinander vorliegen, ist der nur begrenzt einstellbare MS-Substitutionsgrad. Beispielsweise resultieren im Fall Methylhydroxypropylcellulose aus einer formal parallelen Umsetzung der Reaktanden ausschließlich Produkte mit hohem DS (Methyl) und niedrigem MS (Hydroxypropyl). Die umgekehrte Produktvariante, d.h. hoher MS (Hydroxypropyl) und mittlerer bis niedriger DS (Methyl), ist bei dieserart Verfahrensweise aus reaktionskinetischen Gründen auch durch Steigerung der Einsatzmenge Propylenoxid nicht zugänglich. Besagte hoch propoxylierte MC-Derivate sind jedoch gerade wegen einer Reihe substanzspezifischer Eigenschaften von Interesse.

25

Gemäß USA 4096325 sind hoch propoxylierte MC-Derivate darstellbar, wenn die Hydroxypropylierung und die Methylierung weitgehend getrennt durchgeführt werden. Als ebensolche Variante beschreibt z.B. EP-A 567869 die schrittweise Umsetzung der generierten Alkalicellulose zunächst mit Propylenoxid und nachfolgend

30

in einem Lösungsmittel mit Methylchlorid. Dieserart lassen sich der DS-Wert und der MS-Wert gezielt über einen weiten Bereich variieren.

Bei den angeführten Verfahrensvarianten mit gestufter Reaktionsführung wird im  
5 allgemeinen die Hydroxypropylierung bei hohen Temperaturen durchgeführt. Dagegen erfolgt die Methylierung, bei per se stark exothermen Reaktionsverlauf, unter Gegenkühlung bei relativ niedrigeren Temperaturen. Aufgrund der langen Prozeßzeiten und des gegenläufigen Energiestromes sind diese Verfahren im Hinblick Wirtschaftlichkeit für eine großtechnische Umsetzung wenig geeignet.  
10 Zudem treten mit zunehmender Trennung der Reaktionsschritte, analog dem Gasphasenverfahren, Probleme hinsichtlich Gleichmäßigkeit und Reproduzierbarkeit der Substitution, Temperaturführung und Molekulargewichtsabbau (Viskositätsausbeute) auf.

15 Aufgrund der oben genannten Nachteile der bislang entwickelten und beschriebenen Herstellungsverfahren bestand fortgesetzt Bedarf in Richtung eines Verfahrens, welches sowohl die prozeßtechnischen und die produktbezogenen als auch die wirtschaftlichen Vorteile eines Slurry-Verfahrens mit einer dem Gasphasenverfahren entsprechenden Flexibilität bezüglich Erreichbarkeit und Gestaltung der anteiligen  
20 MS- und DS-Substitutionsgrade in einem weiten Bereich erbringt.

Hintergrund der vorliegend beschriebenen Erfindung war daher die Bereitstellung eines Verfahrens zur Herstellung von Alkylhydroxyalkylcellulosen, wie z.B. Methylhydroxyethylcellulose und Methylhydroxypropylcellulose, das bei hoher Reprodu-  
25 zierbarkeit und Chemikalienausbeute eine breite Variation der MS- und DS-Substitutionsgrade sowie der Produktviskositäten ermöglicht.

Überraschenderweise wurde eine Problemlösung derart gefunden, dass in Form eines Slurry-Verfahrens mit vergleichsweise geringer stöchiometrischer Entzerrung des  
30 Reaktionssystems und thermisch stark forcierter Prozeßführung die verfahrens-

technisch und wirtschaftlich bislang nur eingeschränkt bzw. nicht zugänglichen Produkte erhalten werden.

Die Erfindung betrifft ein gegenüber dem Stand der Technik verbessertes Verfahren zur Herstellung von Alkylhydroxyalkylcellulosen aus Cellulose und Alkylierungsmitteln in Gegenwart von Alkalilauge und einem oder mehreren Suspensionsmitteln sowie die Separierung und Reinigung der Umsetzungsprodukte bevorzugt durch Heißwasserwäsche oder Wäsche mit organischen Medien.

10 Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung von Alkylhydroxyalkylcellulosen aus der Umsetzung von Cellulose in Gegenwart von Alkali mit einem oder mehreren Alkylhalogeniden und einem oder mehreren Alkylenoxiden, dadurch gekennzeichnet, dass man

15 a) die Cellulose mit 1,5 bis 5,5 Äquivalenten Alkalihydroxid pro AGU, eingesetzt vorwiegend als wässrige Lauge, in Gegenwart eines Suspensionsmittels, welches Alkylhalogenid in der nach folgender Formel berechneten Menge  $A = [\text{Äquivalente Alkalihydroxid pro AGU minus } 1,4] \text{ bis } [\text{Äquivalente Alkalihydroxid pro AGU plus } 0,3]$  enthält, alkalisiert,

20 b) die alkalisierte Cellulose mit einem oder mehreren unterschiedlichen Alkylenoxiden bei einer Temperatur größer  $65^{\circ}\text{C}$  umsetzt, dann

25 c) weiteres Alkylhalogenid in einer Menge B aus mindestens der Differenz zwischen der bereits zudosierten Menge A an Äquivalenten Alkylhalogenid pro AGU und der zudosierten Menge Alkalihydroxid pro AGU, wobei diese Menge B minimal 0,2 Äquivalente pro AGU beträgt, zudosiert und

30 d) wahlweise weiteres Alkylenoxid bei größer  $65^{\circ}\text{C}$  zusetzt, chemisch umsetzt und

- e) die erhaltene Alkylhydroxyalkylcellulose aus dem Reaktionsproduktgemisch isoliert und erforderlichenfalls reinigt.

5 Als reaktionstechnischer Kernteil des erfindungsgemäß verbesserten Herstellverfahrens, wird Cellulose in Gegenwart von definierten Mengen und Verhältnissen an Alkylhalogenid und Suspensionsmittel zunächst alkalisiert (aktiviert), durch gezielte Zudosierung definierter Mengen Alkylenoxid in einer ersten Phase teilweise verethert und zur Vervollständigung der Veretherung in einer zweiten Phase jeweils eine weitere definierte Menge an Alkylhalogenid und erforderlichenfalls  
10 Alkylenoxid nachdosiert.

Als geeignetes Ausgangsmaterial ist Cellulose in Form von Holzzellstoff oder Baumwollinters zu nennen. Desweiteren können auch andere Polysaccharide, wie z.B. Guar, Stärke usw., eingesetzt werden. Die Lösungsviskosität der Veretherungsprodukte läßt sich durch geeignete Auswahl der Polysaccharide in weiten  
15 Bereichen variieren. Bevorzugt geeignet sind gemahlener Holzzellstoff und gemahlene Linters-Cellulose oder Mischungen aus diesen.

Die Alkalisierung (Aktivierung) der Polysaccharide erfolgt mit anorganischen Basen, bevorzugt mit Alkalihydroxiden in wässriger Lösung, wie Natriumhydroxid und Kaliumhydroxid, bevorzugt mit 35 bis 60 %iger Natronlauge, besonders bevorzugt mit 48 bis 52 %iger Natronlauge.  
20

Als Suspensionsmittel können Dimethylether (DME), C<sub>5</sub>-C<sub>10</sub>-Alkane, wie z.B. Cyclohexan oder Pentan, Aromaten, wie z.B. Benzol oder Toluol, Alkohole, wie z.B. i-Propanol oder t-Butanol, Ketone, wie z.B. Butanon oder Pentanon, offenkettige oder cyclische Ether, wie z.B. Dimethoxyethan oder 1,4-Dioxan, sowie Mischungen der angeführten Suspensionsmittel in wechselnden Mengenverhältnissen eingesetzt werden. Das besonders bevorzugte inerte Suspensionsmittel ist Dimethylether  
25 (DME).  
30

Für die O-Alkylierung eignen sich geradkettige oder verzweigte C<sub>1</sub> bis C<sub>6</sub>-Alkylhalogenide, wie z.B. bevorzugt Methylchlorid (MCL), Ethylchlorid, Ethylbromid und Propylhalogenide, wie z.B. Propyljodid. Bevorzugt sind Methylchlorid und Ethylchlorid, besonders bevorzugt ist Methylchlorid. Ebenso können Alkylierungsreagenzien mit ionischen Funktionalitäten, wie z.B. Monochloressigsäure, N-(2-Chlorethyl)diethylamin und Vinylsulfonsäure, verwendet werden. Geeignete Reagenzien zum Einführen von Hydroxyalkylgruppierungen sind bevorzugt Ethylenoxid (EO), Propylenoxid (PO), Butylenoxid (BO) und Acrylnitril. Besonders bevorzugt ist Propylenoxid. Zur graduell variierbaren Vernetzung der Celluloseether im Zuge der Herstellung können bifunktionelle Reagenzien, wie z.B. bevorzugt Dichlorethan oder Epichlorhydrin, eingesetzt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren dient zur Herstellung von binären, ternären und quarternären Alkylhydroxyalkylcellulosen (AHAC), bevorzugt zur Herstellung der binären Derivate Methylhydroxyethylcellulose (MHEC) und Methylhydroxypropylcellulose (MHPC), besonders bevorzugt zur Herstellung von Methylhydroxypropylcellulose.

Bei der praktischen Durchführung des Verfahrens wird gemahlene oder zerfaserte Cellulose im Regelfall inertisiert vorgelegt. Anschließend wird das cellulosische Substrat in einem Gemisch aus DME/MCL I suspendiert, wobei das Verhältnis DME/MCL I 70/30 bis 20/80 Gewichtsteile, bevorzugt 65/35 bis 40/60 Gewichtsteile und besonders bevorzugt 60/40 bis 50/50 Gewichtsteile beträgt. Die Menge an MCL I im ersten Prozeßschritt ist wie folgt charakterisiert, wobei die Einheit „eq“ für das molare Verhältnis des jeweiligen Einsatzstoffes relativ zur Anhydroglucoseeinheit (AGU) der eingesetzten Cellulose steht: minimal eq MCL I = eq NaOH pro AGU minus 1,4 sowie maximal eq MCL I = eq NaOH pro AGU plus 0,8. Die bevorzugte Menge an MCL I im ersten Prozeßschritt beträgt: minimal eq MCL I = eq NaOH pro AGU minus 1,0 sowie maximal eq MCL I = eq NaOH pro AGU plus 0,3. Die besonders bevorzugte Menge an MCL I im ersten Prozeßschritt beträgt: minimal eq MCL I = eq NaOH pro AGU minus 0,5 sowie maximal eq MCL I = eq NaOH pro



AGU plus 0,1. Die am meisten bevorzugte Menge an MCL I im ersten Prozeßschritt beträgt minimal  $\text{eq MCL I} = \text{eq NaOH pro AgCl minus } 0,5$  sowie maximal  $\text{eq MCL I} = \text{eq NaOH pro AGU minus } 0,1$ .

- 5 Die Alkalisierung der eingesetzten Cellulose erfolgt mit 1,5 bis 5,5 eq NaOH pro AGU, bevorzugt mit 2,2 bis 3,0 eq NaOH pro AGU, besonders bevorzugt mit 2,4 bis 2,9 eq NaOH pro AGU. In der Regel wird die Alkalisierung bei Temperaturen von 15 bis 50°C, bevorzugt um 40°C, und während 20 bis 80 Minuten, bevorzugt während 30 bis 60 Minuten, durchgeführt. Bevorzugt wird das NaOH in Form einer
- 10 35 bis 60 gewichtsprozentigen wässrigen Lösung eingesetzt, besonders bevorzugt als 48 bis 52 %ige Natronlauge.

- Nach der Alkalisierungsphase wird das Hydroxyalkylierungsmittel, z.B. Propylenoxid (PO) bei der Herstellung von Methylhydroxypropylcellulose, zudosiert und die
- 15 Reaktion thermisch durch Aufheizen forciert. Die Zugabe des Hydroxyalkylierungsmittels kann auch während der Aufheizphase geschehen. Die Reaktion mit dem Hydroxyalkylierungsmittel (beispielsweise PO) und MCL I erfolgt bei 60 bis 110°C, bevorzugt bei 70 bis 90°C, besonders bevorzugt bei 75 bis 85°C. Je nach angestrebter Substitutionshöhe wird die Zugabemenge an PO gezielt eingestellt. Für
- 20 die in verschiedenen Anwendungsbereichen derzeit gängig eingesetzten MHPC-Produkte liegt die anzuwendende PO Menge bei 0,1 bis 5 eq pro AGU, bevorzugt bei 0,2 bis 2,5 eq pro AGU, besonders bevorzugt bei 0,4 bis 1,6 eq pro AGU. Die Zugabe des PO zum Reaktionssystem kann in einem oder portioniert in mehreren Dosierschritten erfolgen, bevorzugt ist die Dosierung in einem Schritt, besonders
- 25 bevorzugt in einem Schritt direkt im Anschluß an die Alkalisierungsphase.

- Nach der ersten Veretherungsphase wird ohne wesentliche Abkühlung die für die gewünschte Substitution mit Methylgruppen erforderliche Menge MCL II zugegeben, die wie folgt charakterisiert ist: minimal  $\text{eq MCL II} = \text{eq NaOH minus eq MCL I plus } 0,3$ , oder minimal  $\text{eq MCL II} = 0,2 \text{ eq MCL pro AGU}$ , wenn die nach der
- 30 vorangegangenen Formel berechnete Menge MCL II kleiner als 0,2 eq MCL pro

AGU ist. Bevorzugt werden eq MCL II = 1 bis 3,5 eq MCL pro AGU, besonders bevorzugt eq MCL II = 1,5 bis 2,5 eq MCL pro AGU eingesetzt. Die Zugabe der Menge MCL II erfolgt bei einer Temperatur größer 65°C, bevorzugt bei 75 bis 90°C, beziehungsweise bei der Temperatur, die am Ende der Hydroxyalkylierungsphase herrscht.

Nach Ende der zweiten Veretherungsphase werden alle flüchtigen Bestandteile destillativ unter ggf. Anwendung von vermindertem Druck abgetrennt. Die Reinigung, Trocknung und Mahlung des resultierenden Produktes erfolgt nach den in der Cellulosederivat-Technologie üblichen Methoden gemäß dem Stand der Technik.

Die nachfolgenden Beispiele sollen das erfindungsgemäße Verfahren erläutern und die resultierenden Produkte beschreiben, ohne die Erfindung zu beschränken:

### Beispiele

5 In den folgenden Herstellungsbeispielen steht die Einheit „eq“ für das molare Verhältnis des jeweiligen Einsatzstoffes relativ zur Anhydroglucoseeinheit (AGU) der eingesetzten Cellulose.

#### Beispiele 1 bis 7 (MHPC)

10 In einem 5 l Autoklaven werden 260 g Baumwoll-Linters (Feuchte: 6,6 %; GVZ in Cuen: 1480 ml/g) durch Evakuieren und Beaufschlagen mit Stickstoff inertisiert. Anschließend wird ein Gemisch aus x g Dimethylether und y eq Methylchlorid in den Reaktor dosiert. Dann werden 2,6 eq Natriumhydroxid in Form einer 50 gew.-%igen wässrigen Natronlauge unter Rühren auf die Cellulose gesprüht. Nachdem  
15 60 Minuten bei 25°C gerührt worden ist, werden 0,8 eq Propylenoxid in den Reaktor dosiert und das Gemisch wird auf 85°C geheizt. Nachdem 120 Minuten bei 85°C gerührt worden ist, werden bei dieser Temperatur z eq Methylchlorid in den Reaktor dosiert. Anschließend wird weitere 120 Minuten bei 85°C umgesetzt und dann gekühlt. Die flüchtigen Bestandteile werden abdestilliert und der Reaktor evakuiert.  
20 Das Rohprodukt wird zweimal einer Wäsche mit heißem Wasser unterworfen, anschließend getrocknet und gemahlen.

Der Substitutionsgrad an Methylgruppen DS (M), der Substitutionsgrad an Hydroxypropylgruppen MS (HP) und die Viskosität ( $V_2$  in mPa.s) in 2 gew.-%iger wässriger  
25 Lösung (Rotationsviskosimeter;  $D = 2,55 \text{ s}^{-1}$ ; 20°C) der so erhaltenen Methylhydroxypropylcelluloseether sind in Tabelle 1 aufgeführt. Der NaCl-Gehalt betrug bei allen Produkten weniger als 0,1 Gew.-%.

**Tabelle 1**

Beispiel Nr.	x (g)	y (eq)	z (eq)	y+z (eq)	DS (M)	MS (HP)	V2 (mPa.s)	Vergleich/Erfindung
1.	401	4,33	0	4,33	1,58	0,21	29.000	V
2.	334	3,61	0,72	4,33	1,58	0,26	63.100	V
3.	268	2,89	1,44	4,33	1,52	0,31	60.400	E
4.	201	2,17	2,16	4,33	1,55	0,34	59.000	E
5.	134	1,44	2,89	4,33	1,48	0,36	69.400	E
6.	67	0,72	3,61	4,33	1,47	0,38	36.000	V
7.	0	0	4,33	4,33	1,42	0,39	10.300	V

### 5 Beispiele 8 bis 14 (MHPC)

In einem 5 l Autoklaven werden 260 g Baumwoll-Linters (Feuchte 6,6 %; GVZ in Cuen: 1480 ml/g) durch Evakuieren und Beaufschlagen mit Stickstoff inertisiert. Anschließend wird ein Gemisch aus x g Dimethylether und y eq Methylchlorid in den Reaktor dosiert. Dann werden 2,6 eq Natriumhydroxid in Form einer 50 gew.-%igen wässrigen Natronlauge unter Rühren auf die Cellulose gesprüht. Nachdem 60 Minuten bei 25°C gerührt worden ist, werden 0,8 eq Propylenoxid in den Reaktor dosiert und das Gemisch wird auf 85°C geheizt. Nachdem 40 Minuten bei 85°C gerührt worden ist, werden weitere 1,0 eq Propylenoxid innerhalb 10 min in den Reaktor dosiert. Nachdem weitere 70 Minuten bei 85°C gerührt worden ist, werden bei dieser Temperatur z eq Chlormethan in den Reaktor dosiert. Anschließend wird weitere 120 Minuten bei 85°C umgesetzt und dann gekühlt. Die flüchtigen Bestandteile werden abdestilliert und der Reaktor evakuiert. Das Rohprodukt wird zweimal einer Wäsche mit heißem Wasser unterworfen, anschließend getrocknet und gemahlen.

Der Substitutionsgrad an Methylgruppen DS (M), der Substitutionsgrad an Hydroxypropylgruppen MS (HP) und die Viskosität (V2 in mPa.s) in 2 gew.%iger wässriger Lösung (Rotationsviskosimeter;  $D = 2,55 \text{ s}^{-1}$ ;  $20^\circ\text{C}$ ) der so erhaltenen Methylhydroxypropylcelluloseether sind in Tabelle 2 aufgeführt. Der NaCl-Gehalt betrug bei allen Produkten weniger als 0,1 Gew.%.  
5

**Tabelle 2**

Beispiel Nr.	x (g)	y (eq)	z (eq)	y+z (eq)	DS (M)	MS (HP)	V2 (mPa.s)	Vergleich/ Erfindung
8.	401	4,33	0	4,33	1,56	0,25	50.600	V
9.	334	3,61	0,72	4,33	1,62	0,37	64.900	V
10.	268	2,89	1,44	4,33	1,55	0,52	49.900	E
11.	201	2,17	2,16	4,33	1,50	0,69	46.200	E
12.	134	1,44	2,89	4,33	1,42	0,71	41.400	E
13.	67	0,72	3,61	4,33	1,39	0,77	30.900	V
14.	0	0	4,33	4,33	1,32	0,81	15.900	V

10

**Beispiele 15 bis 20** (MHPC)

In einem 5 l Autoklaven werden 257 g Baumwoll-Linters (Feuchte 5,5 %; GVZ in Cuen: 1480 ml/g) durch Evakuieren und Beaufschlagen mit Stickstoff inertisiert.  
15 Anschließend wird ein Gemisch aus 201 g Dimethylether und y eq Chlormethan in den Reaktor dosiert. Dann werden 2,6 eq Natriumhydroxid in Form einer 50 gew.-%igen wässrigen Natronlauge unter Rühren auf die Cellulose gesprüht. Nachdem 60 Minuten bei  $25^\circ\text{C}$  gerührt worden ist, werden v eq Propylenoxid in den Reaktor dosiert und das Gemisch wird auf  $85^\circ\text{C}$  geheizt. Nachdem 180 Minuten bei  $85^\circ\text{C}$   
20 gerührt worden ist werden bei dieser Temperatur z eq Chlormethan in den Reaktor dosiert. Anschließend wird weitere 120 Minuten bei  $85^\circ\text{C}$  umgesetzt und dann gekühlt. Die flüchtigen Bestandteile werden abdestilliert und der Reaktor evakuiert.

Das Rohprodukt wird zweimal einer Wäsche mit heißem Wasser unterworfen, anschließend getrocknet und gemahlen.

- 5 Der Substitutionsgrad an Methylgruppen DS (M), der Substitutionsgrad an Hydroxypropylgruppen MS (HP) und die Viskosität (V2 in mPa.s) in 2 gew.-%iger wässriger Lösung (Rotationsviskosimeter;  $D = 2,55 \text{ s}^{-1}$ ;  $20^\circ\text{C}$ ) der so erhaltenen Methylhydroxypropylcelluloseether sind in Tabelle 3 aufgeführt. Der NaCl-Gehalt betrug bei allen Produkten weniger als 0,1 Gew.%.  
10

**Tabelle 3**

Beispiel Nr.	v (eq)	y (eq)	z (eq)	y+z (eq)	DS (M)	MS (HP)	V2 (mPa.s)	Vergleich/ Erfindung
15.	1	2,17	2,16	4,33	1,57	0,30	64.900	E
16.	1	4,33	0	4,33	1,65	0,25	14.000	V
17.	3	2,17	2,16	4,33	1,34	1,08	41.200	E
18.	3	4,33	0	4,33	1,59	0,65	10.700	V
19.	5	2,17	2,16	4,33	1,31	1,76	16.900	E
20.	5	4,33	0	4,33	1,53	0,89	9.300	V

**Beispiele 21 bis 28 (MHPC)**

15

In einem 5 l Autoklaven werden 250 g Baumwoll-Linters (Feuchte 2,8 %; GVZ in Cuen: 1750 ml/g) durch Evakuieren und Beaufschlagen mit Stickstoff inertisiert. Anschließend wird ein Gemisch aus x g Dimethylether und 164 g (=  $y^1$ ) Methylchlorid in den Reaktor dosiert. Dann werden 2,6 eq Natriumhydroxid in Form einer 50 gew.-%igen wässrigen Natronlauge unter Rühren auf die Cellulose gesprüht.  
20 Nachdem 60 Minuten bei  $25^\circ\text{C}$  gerührt worden ist, werden 0,8 eq Propylenoxid in den Reaktor dosiert und das Gemisch wird auf  $85^\circ\text{C}$  geheizt. Nachdem 120 Minuten bei  $85^\circ\text{C}$  gerührt worden ist, werden bei dieser Temperatur weitere 164 g (=  $y^2$ )

Methylchlorid in den Reaktor dosiert. Anschließend wird weitere 120 Minuten bei 85°C umgesetzt und dann gekühlt. Die flüchtigen Bestandteile werden abdestilliert und der Reaktor evakuiert. Das Rohprodukt wird zweimal einer Wäsche mit heißem Wasser unterworfen, anschließend getrocknet und gemahlen.

5

Der Substitutionsgrad an Methylgruppen DS (M), der Substitutionsgrad an Hydroxypropylgruppen MS (HP) und die Viskosität (V1 in mPa.s) in 1 Gew.%iger wässriger Lösung (Rotationsviskosimeter;  $D = 2,55 \text{ s}^{-1}$ ; 20°C) der so erhaltenen Methylhydroxypropylcelluloseether sind in Tabelle 4 aufgeführt. Der NaCl-Gehalt betrug bei allen Produkten weniger als 0,1 Gew.%.

10

**Tabelle 4**

Beispiel Nr.	x (g)	x/y <sup>1</sup> (Gew.%)	y <sup>2</sup> (g)	DS (M)	MS (HP)	V1 (mPa.s)	Vergleich/Erfindung
21.	305	65/35	164	1,54	0,36	11.600	E
22.	247	60/40	164	1,56	0,34	14.200	E
23.	201	55/45	164	1,55	0,34	9.800	E
24.	164	50/50	164	1,52	0,34	12.600	E
25.	135	45/55	164	1,51	0,33	12.100	E
26.	110	40/60	164	1,51	0,32	12.800	E
27.	89	35/65	164	1,55	0,36	15.300	E
28.	0	0/100	164	1,52	0,31	3.800	V

15

**Beispiele 29 bis 30 (MHBC)**

In einem 5 l Autoklaven werden 250 g (1,5 mol) Baumwoll-Linters (Feuchte 2,8 %; GVZ in Cuen: 1750 ml/g) durch Evakuieren und Beaufschlagen mit Stickstoff inertisiert. Anschließend wird ein Gemisch aus x g Dimethylether und y eq Methylchlorid in den Reaktor dosiert. Dann werden 2,6 eq Natriumhydroxid in Form

20

einer 50 gew.%igen wässrigen Natronlauge unter Rühren auf die Cellulose gesprüht. Nachdem 60 Minuten bei 25°C gerührt worden ist, werden 108 g Butylenoxid in den Reaktor dosiert und das Gemisch wird auf 85°C geheizt. Nachdem 180 Minuten bei 85°C gerührt worden ist werden bei dieser Temperatur z eq Methylchlorid in den Reaktor dosiert. Anschließend wird weitere 120 Minuten bei 85°C umgesetzt und dann gekühlt. Die flüchtigen Bestandteile werden abdestilliert und der Reaktor evakuiert. Das Rohprodukt wird zweimal einer Wäsche mit heißem Wasser unterworfen, anschließend getrocknet und gemahlen.

Der Substitutionsgrad an Methylgruppen DS (M), der Substitutionsgrad an Hydroxybutylgruppen MS (HB) und die Viskosität (V2 in mPa.s) in 2 gew.%iger wässriger Lösung (Rotationsviskosimeter;  $D = 2,55 \text{ s}^{-1}$ ; 20°C) der so erhaltenen Methylhydroxybutylcelluloseether sind in Tabelle 5 aufgeführt. Der NaCl-Gehalt betrug bei allen Produkten weniger als 0,1 Gew.%.

**Tabelle 5**

Beispiel	x (g)	y (eq)	z (eq)	y+z (eq)	DS (M)	MS (HB)	V2 (mPa.s)	Vergleich/ Erfindung
29.	201	2,17	2,16	4,33	1,61	0,44	67800	E
30.	201	4,33	0	4,33	1,49	0,11	30100	V

**Beispiele 31 bis 32 (MHEHPC)**

In einem 5 l Autoklaven werden 254 g Baumwoll-Linters (Feuchte 4,2 %; GVZ in Cuen: 1750 ml/g) durch Evakuieren und Beaufschlagen mit Stickstoff inertisiert. Anschließend wird ein Gemisch aus x g Dimethylether und y eq Methylchlorid in den Reaktor dosiert. Dann werden 2,6 eq Natriumhydroxid in Form einer 50 gew.%igen wässrigen Natronlauge unter Rühren auf die Cellulose gesprüht. Nachdem noch 60 Minuten bei 25°C gerührt worden ist, werden 0,6 eq Propylenoxid und 0,4



eq Ethylenoxid in den Reaktor dosiert und das Gemisch wird auf 85°C geheizt. Nachdem 120 Minuten bei 85°C gerührt worden ist, werden bei dieser Temperatur z eq Methylchlorid in den Reaktor dosiert. Anschließend wird weitere 120 Minuten bei 85°C umgesetzt und dann gekühlt. Die flüchtigen Bestandteile werden abdestilliert und der Reaktor evakuiert. Das Rohprodukt wird zweimal einer Wäsche mit heißem Wasser unterworfen, anschließend getrocknet und gemahlen.

Der Substitutionsgrad an Methylgruppen DS (M), der Substitutionsgrad an Hydroxyethylgruppen MS (HE), der Substitutionsgrad an Hydroxypropylgruppen MS (HP) und die Viskosität (V2 in mPa.s) in 2 gew.%iger wässriger Lösung (Rotationsviskosimeter;  $D = 2,55 \text{ s}^{-1}$ ;  $20^{\circ}\text{C}$ ) der so erhaltenen Methylhydroxyethylhydroxypropylcelluloseether sind in Tabelle 6 aufgeführt. Der NaCl-Gehalt betrug bei allen Produkten weniger als 0,1 Gew.%.

### Tabelle 6

Beispiel Nr.	x (g)	y (eq)	z (eq)	y+z (eq)	DS (M)	MS (HP)	MS (HE)	V2 (mPa.s)	Vergleich/ Erfindung
31.	201	4,33	0	4,33	1,50	0,16	0,17	71000	V
32.	201	2,17	2,16	4,33	1,52	0,26	0,26	70400	E

### Beispiele 33 bis 34 (MHBHPC)

In einem 5 l Autoklaven werden 254 g Baumwoll-Linters (Feuchte 4,2 %; GVZ in Cuen: 1750 ml/g) durch Evakuieren und Beaufschlagen mit Stickstoff inertisiert. Anschließend wird ein Gemisch aus x g Dimethylether und y eq Methylchlorid in den Reaktor dosiert. Dann werden 2,6 eq Natriumhydroxid in Form einer 50 gew.%igen wässrigen Natronlauge unter Rühren auf die Cellulose gesprüht. Nachdem 60 Minuten bei 25°C gerührt worden ist, werden 0,5 eq Butylenoxid und 0,5 eq Propylenoxid in den Reaktor dosiert und das Gemisch wird auf 85°C geheizt.

Nachdem 180 Minuten bei 85°C gerührt worden ist, werden bei dieser Temperatur z  
eq Chlormethan in den Reaktor dosiert. Anschließend wird weitere 120 Minuten bei  
85°C umgesetzt und dann gekühlt. Die flüchtigen Bestandteile werden abdestilliert  
und der Reaktor evakuiert. Das Rohprodukt wird zweimal einer Wäsche mit heißem  
5 Wasser unterworfen, anschließend getrocknet und gemahlen.

Der Substitutionsgrad an Methylgruppen DS (M), der Substitutionsgrad an  
Hydroxybutylgruppen MS (HB), der Substitutionsgrad an Hydroxypropylgruppen  
MS (HP) und die Viskosität (V2 in mPa.s) in 2 gew.%iger wässriger Lösung  
10 (Rotationsviskosimeter;  $D = 2,55 \text{ s}^{-1}$ ; 20°C) der so erhaltenen  
Methylhydroxybutylhydroxypropylcelluloseether sind in Tabelle 7 gelistet. Der  
NaCl-Gehalt betrug bei allen Produkten weniger als 0,1 Gew.%.

Tabelle 7

Beispiel Nr.	x (g)	y (eq)	z (eq)	y+z (eq)	DS (M)	MS (HP)	MS (HB)	V2 (mPa.s)	Vergleich/ Erfindung
33.	201	4,33	0	4,33	1,49	0,12	0,06	72400	V
34.	201	2,17	2,16	4,33	1,55	0,22	0,20	68700	E

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Alkylhydroxyalkylcellulose aus der Umsetzung von Cellulose in Gegenwart von Alkali mit Alkylhalogenid und einem oder mehreren Alkylenoxiden, dadurch gekennzeichnet, dass man
- 5
- a) Cellulose mit 1,5 bis 5,5 Equivalenten Alkalihydroxid pro AGU, eingesetzt als wässrige Lauge, in Gegenwart eines Suspensionsmittels, welches Alkylhalogenid in der nach folgender Formel berechneten Menge: [Equivalenten Alkalihydroxid pro AGU minus 1,4] bis [Equivalenten Alkalihydroxid pro AGU plus 0,8] enthält, alkalisiert,
- 10
- b) die alkalisierte Cellulose mit einem oder mehreren Alkylenoxiden bei einer Temperatur größer 65°C umsetzt,
- 15
- c) dann wiederum Alkylhalogenid in einer Menge aus mindestens der Differenz zwischen der bereits zudosierten Menge an Equivalenten Alkylhalogenid pro AGU und der zudosierten Menge Alkalihydroxid pro AGU, wobei diese Menge minimal 0,2 Equivalenten pro AGU beträgt, zudosiert und
- 20
- d) die erhaltene Alkylhydroxyalkylcellulose aus dem Reaktionsgemisch isoliert und gegebenenfalls reinigt.
- 25
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man als Suspensionsmittel Dimethylether einsetzt.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, dass man als Alkylhalogenid ein Alkylhalogenid aus der Gruppe Methylchlorid, Ethylchlorid, Ethylbromid, Propyljodid einsetzt.
- 30

3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt a) Methylchlorid als Alkylhalogenid eingesetzt wird und das Verhältnis Dimethylether/Methylchlorid im Bereich von 70/30 bis 20/80 Gewichtsteilen liegt.

5

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass man als Alkylenoxid ein oder mehrere Alkylenoxide aus der Gruppe Ethylenoxid, Propylenoxid, Butylenoxid einzeln oder als Gemische einsetzt.

10

6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die alkalisierte Cellulose in den Schritten b) und c) bei einer Temperatur im Bereich von 65 bis 110°C mit einem oder mehreren Alkylenoxiden und mindestens einem Alkylhalogenid umgesetzt wird, wobei die Dosierung der Menge Alkylhalogenid, die in Schritt c) dosiert wird, in diesem Temperaturbereich stattfindet.

15

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Alkylhydroxyalkylcellulose bevorzugt Methylhydroxypropylcellulose (MHPC) hergestellt wird.

20

## Verfahren zur Herstellung von Alkylhydroxyalkylcellulose

### Z u s a m m e n f a s s u n g

Beschrieben wird ein Verfahren zur Herstellung von Alkylhydroxyalkylcellulose aus der Umsetzung von Cellulose in Gegenwart von Alkali mit Alkylhalogenid und einem oder mehreren Alkylenoxiden, dadurch gekennzeichnet, dass man

- a) Cellulose mit 1,5 bis 5,5 Äquivalenten Alkalihydroxid pro AGU, eingesetzt als wässrige Lauge, in Gegenwart eines Suspensionsmittels, welches Alkylhalogenid in der nach folgender Formel berechneten Menge: [Äquivalente Alkalihydroxid pro AGU minus 1,4] bis [Äquivalente Alkalihydroxid pro AGU plus 0,8] enthält, alkalisiert,
- b) die alkalisierte Cellulose mit einem oder mehreren Alkylenoxiden bei einer Temperatur größer 65°C umsetzt,
- c) dann wiederum Alkylhalogenid in einer Menge aus mindestens der Differenz zwischen der bereits zudosierten Menge an Äquivalenten Alkylhalogenid pro AGU und der zudosierten Menge Alkalihydroxid pro AGU, wobei diese Menge minimal 0,2 Äquivalente pro AGU beträgt, zudosiert und
- d) die erhaltene Alkylhydroxyalkylcellulose aus der Reaktionslösung isoliert und gegebenenfalls reinigt.